

УДК 553.494.041.004(477)

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧНА МОДЕЛЬ ТОРЧИНЬСЬКОГО РОДОВИЩА АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД (КОРОСТЕНЬСЬКИЙ ПЛУТОН)

GEOLOGICAL GENETIC MODEL OF TORCHYNSKE APATITE-ILMENITE DEPOSIT (KOROSTEN PLUTON)

**О.В. Яременко¹, О.О. Ремезова¹, М.М. Комський², Т.В. Охоліна¹, С.П. Василенко¹
Olga V. Yaremenko¹, Olena O. Remezova¹, Mykolay M. Komsky², Tetiana V. Okholina¹, Svitlana P. Vasylenko¹**

¹Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601 (olya_89@ukr.net)

²The State Commission on Expertise of geological projects and cost sheet, 18/7 Kutuzov Str., Kyiv, 01133, Ukraine (nkom@i.ua)

Розглянуто особливості геологічної будови Торчинського родовища апатит-ільменітових руд приуроченого до кори вивітрювання габроїдів коростенського комплексу, що складають моноклінально залягаюче розшароване тіло. У межах масиву габроїдні породи крайової фації мають великі ресурси бідних апатит-ільменітових руд із середнім вмістом P_2O_5 до 2.5% і TiO_2 – 3-4%. В той же час в каоліновому горизонті східної частини родовища вміст ільменіту в середньому становить 30-40 кг/т, рідко зростаючи до 60 кг/т, то в західній частині даний горизонт збагачується понад 80 кг/т, досягаючи 200 кг/т, тобто зональність у корі вивітрювання не успадковує її у материнських породах. З метою виявлення закономірностей розподілу в родовищі фосфор-титанової мінералізації нами вперше побудовано моделі накопичення ільменіту залишковим шляхом. Аналіз отриманої моделі показав, що при видаленні інших мінералів шляхом механічного винесення, видалення з товщі породи тонких глинистих часток підземними водами, тобто внаслідок прояву суфозійних процесів, відбувається збагачення кори вивітрювання рудними мінералами. Ці процеси відбувались на схилах підняття в жорсткій частині кори в епоху її формування, що обумовило утворення більш багатого поклада у західній частині родовища.

Ключові слова: залишкове родовище, ільменіт, апатит, кора вивітрювання, моделювання, Коростенський плутон, гіпсометрія поверхні.

The features of the geological structure of the Torchyn apatite-ilmenite deposit has been considered. Ore-bearing rocks are connected with gabbroide's residual soil (Korosten complex, MZ-CZ) represent a monoclonal bedding layered body. Within the limits of massif the gabbroidic rocks of marginal facia have a large reserves of poor apatite-ilmenite ores with average content of P_2O_5 up to 2.5% and TiO_2 – 3-4%. At the same time in the kaolin horizon of eastern part of deposit the ilmenite content is 30-40kg/t, sometimes it increases up to 60 kg/t, but in western part this horizon is enriching by ilmenite more than to 80 kg/t, reaching 200 kg/t. The zonality in the mantle of weathering does not inherit such one in parental rocks. With the purpose of regularities of distribution of phosphorus- titanium we created at first time the geological-genetical models of ilmenite accumulation by residual path. The analysis of model showed that with removal other minerals at mechanical carry-over, removal of clay particles by underground water the enrichment of rock by ore minerals take place. These processes took place on the slopes in gravel part of weathering crust, which resulted formation of richer deposits in the western part of the Torchyn deposit.

Keywords: residual deposit, ilmenite, apatite, weathering crust, Korostenskiy pluton, modelling, surface hypsometry.

ВСТУП

Торчинське родовище апатит-ільменітових руд відзначається складним розподілом рудних мінералів, який виявляє чіткі просторові закономірності і обумовлює характерну для даного об'єкту зональну будову. Під час проведення геологорозвідувальних робіт такі особливості будови родовища, як і закономірності його формування, не були досліджені належним чином. Їх розуміння дозволило б розробити раціональну технологію освоєння – як даного, так і подібних об'єктів. Так, як в Україні досі освоювались переважно ільменітові розсипи, а поклади в корі вивітрювання відпрацьовувались фрагментарно, тому геолого-генетична модель Торчинського родовища викликає інтерес як у науковців, так і на виробництві, оскільки Торчинське родовище є потенціалом для

розвитку мінерально-сировинної бази вітчизняної титанової галузі.

В зв'язку з цим проблема дослідження закономірностей будови та умов формування кори вивітрювання в межах Торчинського родовища є актуальною.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Значний внесок в розвиток вчення про рудоносні кори вивітрювання внесли співробітники Інституту геології рудних родовищ, петрографії, мінералогії та геохімії РАН (ІГЕМ РАН) І.І. Гінзбург, І.А. Руквишнікова, А.П. Нікітіна, А.Д. Слукін, Д.Г. Сапожников, Б.А. Богатирьов та інші (Бугельский, 1970, 2000; Богатирев, 2009; Гинзбург, 1963; Сапожников, 1969.). Однак, титаноносні кори ці автори здебільшого обходили увагою. Окремим особли-

востям кір вивітрювання, їх будові та рудоносності присвячені роботи Ю. Ю. Бугельського (Бугельський, 1970), А.Д. Савко зі співавторами (Савко и др., 2007). В роботах Ю.А. Бурміна проаналізовано будову титаноносних кор вивітрювання різних регіонів світу, зокрема Волині, Австралії та Тургайського прогину (Бурмин, 1984). У роботах Н. Герца, Ю.А. Бурміна та Е.Дж. Форса (Herz, 1970; Бурмин, 1987; Forse, 1991) показаний зв'язок титанового зруденіння в корах вивітрювання району Роузленд в Австралії з рудопроявами в материнських габроїдах, а також охарактеризовані різні профілі кір вивітрювання. Останнім часом за кордоном проводяться дослідження щодо освоєння нових об'єктів залишкового типу, зокрема в Австралії.

В окремих роботах акцентується увага на значенні родовищ кір вивітрювання у розвитку мінерально-сировинної бази України і Росії, однак як і раніше мало уваги приділено питанням геології залишкових родовищ титану (Галецький та ін., 2007; Орлова та ін., 2000). Більшість елювіальних родовищ титану Волинського титаноносного району приурочені до площинних кір вивітрювання пізньопалеозойсько-кайнозойського (Додатко, 2004) етапу і мають досередньокюрський вік. Спостерігалася залежність ступеню збереження кір вивітрювання від рельєфу (Веклич, 1966). Власне Торчинське родовище відкрите в 50-х роках ХХ століття і вперше описане Н.І. Рубаном і В.А. Дусяцьким, було розвідане в 70-80-ті роки геологами Житомирської експедиції Г.П. Проскуриним і С.К. Швайберовим. Основна інформація, щодо цього родовища, представлена у фондових матеріалах геологорозвідувальних робіт 70х-80х років.

МЕТОДИКА І МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для реконструкції умов накопичення ільменіту в родовищах залишкового типу застосовано палеогеоморфологічний метод, оснований на концепції морфолітогенезу, розробленій в численних роботах (Веклич, 1966; Рухин, 1969; Страхов, 2008) та доповнений роботами автора (Ремезова, 1997; 2005), а також поліциклічності рельєфу (Castiglioni, 1991). Поєднання цих підходів дозволяє виділити області денудації та осадоконакопичення, розвитку силових процесів, ступені рельєфу, пов'язані з формуванням поверхонь вивітрювання.

Для відновлення умов утворення ільменіту залишковим шляхом та особливостей розподілу корисних компонентів побудована цифрова

геолого-генетична модель. Особливості моделювання, які модифіковані для родовищ залишкового типу включає відображення таких характеристик: розподіл потужності продуктивного горизонту; потужності розкритих порід; висотні відмітки покрівлі та підшви каолінового шару; висотні відмітки покрівлі шару габроїдів; висотні відмітки покрівлі та підшви шару жорстви; висотні відмітки денної поверхні. Первинна обробка архівних та фондових даних результатів хімічних та мінералогічних аналізів порід родовища об'єднано в єдину електронну базу даних, яка включає 1922 оброблених аналізів і виконувалась за допомогою програми «Microsoft Excel 2007». В подальшому ці дані перераховувались у програмі «ArcMap» та «MathCad» з побудовою графіків залежностей потужності кори вивітрювання та вмісту ільменіту і розподілу ільменіту в корінних породах та корі вивітрювання.

Нами проаналізовано побудовані моделі з метою виявлення закономірностей накопичення ільменіту залишковим шляхом.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Торчинське родовище ільменіту знаходиться в Житомирській області в межах Радомишльського, Коростишівського і Черняхівського районів. У геологічному відношенні воно розташовано в південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід. По результатам геологорозвідувальних робіт рудне тіло простежено по простяганню із північного заходу на південний схід на 11,6 км, при ширині 9 км. У геологічній будові Торчинського родовища приймають участь нижньопротерозойські кристалічні породи фундаменту, мезокайнозойська кора вивітрювання по них та осадові відклади кайнозою.

Велика внутрішня частина масиву складена безрудними лейкократовими породами (анортитами і габро-анортитами), а його ендоконтактова частина – слабо і помірно рудоносними габро-норитами крайової фації, які ритмічно розшаровуються на меланократові рудні, мезократові слабо рудні і лейкократові практично безрудні шари і пачки порід. У межах масиву породи крайової фації мають великі ресурси бідних апатит-ільменітових руд із середнім вмістом P_2O_5 до 2.5% і TiO_2 – 3-4% (Проскурін, 1972).

Торчинське родовище залишкового типу сформувалося в зоні гіпергенезу внаслідок винесення літофільних компонентів. Потужності зон кори вивітрювання: вивітрілого габро – в середньому

1,5 м; жорстви – в середньому 2,6 м; первинних каолінів – в середньому 7,0 м. У контурі підрахунку запасів середня потужність продуктивної кори вивітрювання становить 11,1 м. У каолінах міститься близько 65% запасів, в жорстві 20 - 25%, у вивітрілих габроїдах майже 10%.

Вміст ільменіту, головного рудного компонента родовища, за даними геологорозвідувальних робіт (Проскурін, 1972; Швайберов, 1985), сягає в середньому по корі $139,1 \text{ кг/м}^3$ (блоки із запасами категорії В). Характерною рисою даного родовища є чітко виражена зональність у продуктивності кори вивітрювання, особливо чітко це проявляється в її найбагатшій – каолінітовій частині. Вміст ільменіту в західній частині родовища значно вищий, ніж у східній родовища (рис. 1). Тут же, в західній частині розвіданої площі, зосереджені всі блоки запасів високих категорій, тоді як блоки із забалансовими запасами розташовані в її східній частині. Якщо в каолінітовому горизонті східної частини родовища вміст ільменіту в середньому становить $30\text{-}40 \text{ кг/т}$, рідко зростаючи до 60 кг/т , то в західній частині даний горизонт збагачується понад 80 кг/т , досягаючи 200 кг/т .

На побудованому 3D зображенні основного рудного пласта відразу ж помітне підвищення в західному напрямку – і рельєфу денної поверхні, і поверхні покрівлі кори вивітрювання. Таким чином, високі концентрації ільменіту приурочені до краю підняття та його схилів. Розташоване в західній частині підняття, визначає у такий спосіб просторову зональність родовища.

Ще яскравіше ця тенденція виявляється на графіку (рис. 2), де представлені згладжені залежності – вмістів ільменіту в каолінітовій частині кори (рис. 2, крива 3), в підстилаючих вивітрілих габроїдах (рис. 2, крива 2), а також залежність потужності кори (рис. 2, крива 1) від висоти її покрівлі. Тут видно, що концентрації рудного компонента в вивітрілих материнських породах у нижній частині кори розподіляються інакше, ніж такі концентрації в каолінітовому горизонті. Якщо в пониженої східній частині успадкування корою розподілу ільменіту в габроїдах ще дотримується, то вище по схилу підняття кореляція між відповідними кривими концентрацій повністю руйнується. І там, де рівень концентрацій ільменіту в каолінах найбільш високий, в га-

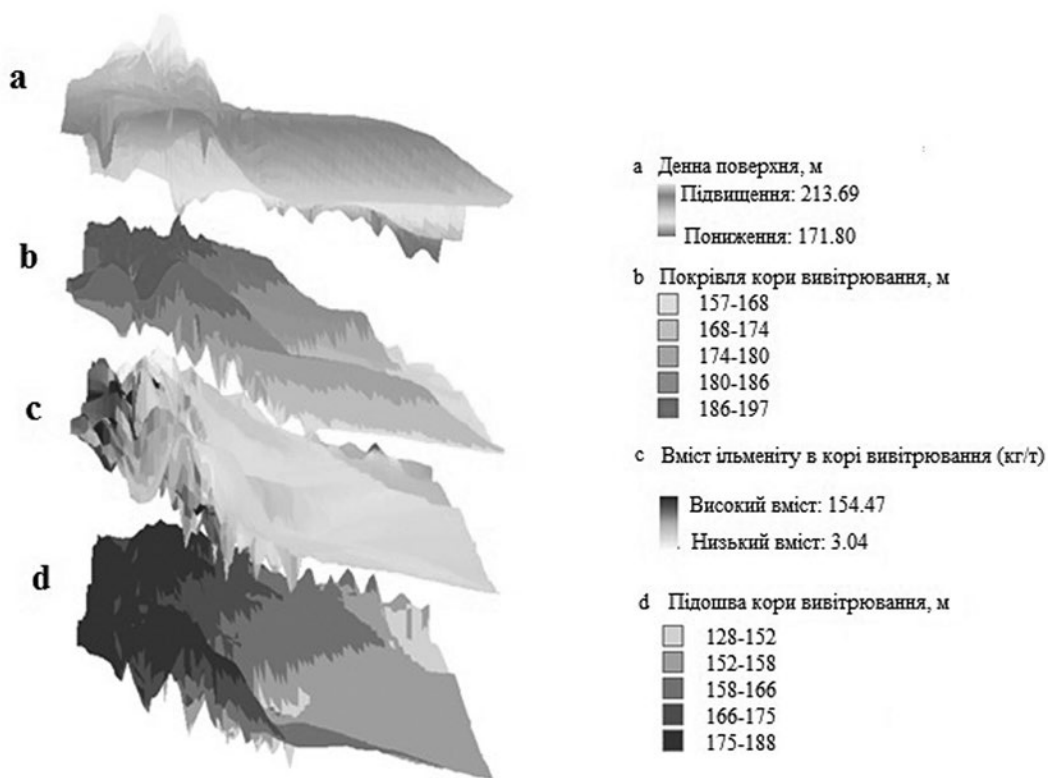


Рис. 1. 3D зображення основного рудного пласта Торчинського родовища та вміст у ньому корисного компонента (ільменіту).

Fig. 1. 3D image of the main layer of Torchin ore deposit and content of useful component (ilmenite) in it.

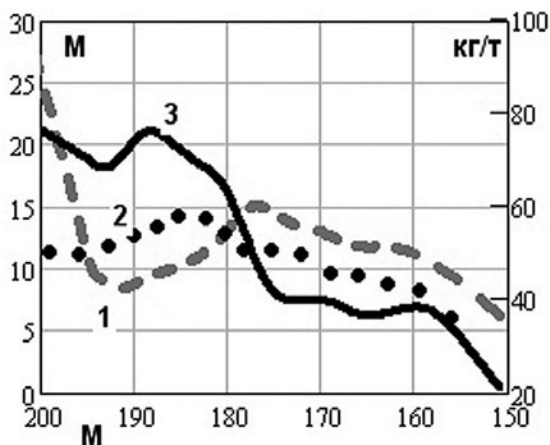


Рис. 2. Залежність потужності кір вивітрювання (крива 1, ліва шкала) і вмісту ільменіту у: вивітрених габроїдах (крива 2, права шкала, $N = 1059$), каоліновому горизонті (крива 3, права шкала, $N = 478$) – від висоти залягання покрівлі кори вивітрювання Торчинського родовища. Криві згладжені по 5-метровим висотним інтервалам.

N – кількість середньозважених по свердловинах значень в вивітрілих габроїдах і каоліновому горизонті (за аналітичними даними геологорозвідувальних робіт Житомирської Геоло-розвідувальної експедиції, 1970-1984 рр.).

Fig. 2. The relation of the weathering crust thickness (curve 1, left scale) on ilmenite content in weathered gabbroides (curve 2, right scale, $N = 1059$), in kaolin horizon (curve 3, right scale, $N = 478$) – on the height of upper boundary of the crust of weathering of Torchyn deposit. The curves are smoothed by 5-meter high-rise intervals.

N – number of average values on wells in gabbroides of weathered horizon and in kaolinite (for analytical data of exploration works of Zhytomyr exploration enterprises, 1970-1984).

броїдах він навпаки, знижується. З усього цього випливає, що високі вмісти ільменіту в західній частині родовища – на піднятті і його схилах, жодним чином не відображають вміст у материнських породах і не успадковують їх. Це означає, що просторова рудна зональність родовища до підстилаючих материнських порід відношення не має. Правомірність такого висновку досить висока, оскільки ґрунтується на великому аналітичному матеріалі.

На представлених розрізах виявляється ще одна особливість. Часто, хоча і не завжди, підвищені концентрації ільменіту в каолінах тяжіють до «кишень» – локальних понижень підосви кори, які відповідно супроводжуються її

роздувами в цих місцях. Такі провали підосви кори тряпляються на родовищі і на краю підняття, на його схилах і в східній частині – за межами підняття.

Відомо, що подібні «кишені» із збільшенням потужності кори характерні для зон тектонічних порушень, де роздрібленість і підвищена проникність кристалічних порід сприяють як збільшенню амплітуди їх промивання, так і посиленню процесів короутворення і формування, зрештою, структурної кори вивітрювання (Бурмин, 1984; Додатко, 2004).

Накладення зон гіпергенезу на субгоризонтальну первинну розшарованість руд зумовило певну внутрішню зональність рудного покладу. Багатшою є нижня частина покладу, що виходить на ерозійний зріз уздовж західного краю покладу і розвинена по другому шару розшарованої пачки продуктивних габро-норитів. Поклад крупний, його довжина і ширина вимірюються кілометрами. Промислове рудне тіло розташовано в її центральній західній частині. Середній вміст ільменіту становить 110 кг/м^3 , апатиту – 13 кг/м^3 . Ільменіт свіжий, не лейкоксенований, містить $51,2\% \text{ TiO}_2$ і придатний для отримання високих сортів пігментного TiO_2 (Швайберов, 1985).

Рудний поклад родовища переkritий піщано-глинистими відкладами неоген-четвертинного віку, їх середня потужність в контурах проектного кар'єру сягає $16,7 \text{ м}$.

До руд кори вивітрювання належать первинні каоліни, жорства і вивітрілі породи (по габро, габро-норитах). Усі вони є продуктом єдиного процесу фізико-хімічного вивітрювання ільменітоносних материнських порід, різняться тільки кількісними співвідношеннями первинних породоутворюючих і вторинних мінералів, будучи природними різновидами одного технологічного типу руди.

У світлі викладеного можна зробити висновок, що збагачення кори ільменітом на краю підняття його схилах, а іноді й над зонами тектонічних порушень за межами підняття може мати відношення до інтенсивності короутворюючих процесів. З метою ідентифікації цих процесів аналітичні дані, представлені в фондових матеріалах розвідки родовища, були поділені по висоті залягання покрівлі кори вивітрювання на дві групи. За граничну була взята висотна відмітка в 175 м . За цими аналітичними даними обидві групи порівнювалися між собою. Передбачалося з'ясувати, в чому відмінність кори на схилі

і самому піднятті від кори за межами підняття. Виходячи з цих відмінностей, ми намагалися вирішити дану задачу.

На рис. 3 зведені криві розподілу ільменіту (перерахованого з силікатного аналізу TiO_2): 1) в габроїдах родовища в цілому (рис. 3, лінія 1); 2) за даними прямих визначень ільменіту (аналізи для підрахунку запасів) в габроїдах під корою з відмітками покрівлі менше 175 м (рис. 3, лінія 2), 3) те ж під корою з відмітками вище 175 м (рис. 3, лінія 3); 4) в каоліновому горизонті кори, з відмітками покрівлі нижче 175 м (рис. 3, лінія 4) Всі вони займають близькі позиції і утворюють єдиний ансамбль. Розподіл 5 (рис. 3, лінія 5) ільменіту в каолінах з відмітками покрівлі кори вище 175 м явно випадає з цього ансамблю. Він виявляє сильний діапазон даних і чітке зміщення праворуч, у бік високих вмістів рудного компонента.

Характер розподілів 1-4 (рис. 3) цілком підтверджує зроблені вище висновки про відносну однорідність (за вмістом ільменіту) материнських габроїдів на території родовища, а також відомості (наприклад, Русько, 1976) про незмінність або малу зміну вмістів ільменіту в процесі утворення кір каолінового профілю. Розподіл 5 (рис. 3), разюче суперечить цим відомостям. Отже, щодо ільменіту відмінності каолінів у межах підняття в контурі родовища від усіх інших розглянутих вибірок безумовні.

Таким чином, концентрації рудного компонента в вивітрених материнських породах в нижній частині кори розподіляються інакше, ніж такі концентрації в каоліновому горизонті. Якщо в зниженій східній частині успадкування корою розподілу ільменіту в габроїдах ще дотримується, то вище по схилу підняття кореляція між відповідними кривими концентрацій повністю руйнується. І там, де рівень концентрацій ільменіту в каолінах найбільш високий, в габроїдах він навпаки, знижується. З усього цього випливає, що високі вмісти ільменіту в західній частині родовища - на піднятті і його схилах, ніяк не відображають вміст в материнських породах і не успадковують їх. Це означає, що просторова рудна зональність родовища, до підстилаючих материнських порід відношення не має. Правомірність такого висновку досить висока, оскільки він ґрунтується на дуже великому аналітичному матеріалі. Це можна пояснити розвитком суфозійних процесів, тобто з виносом водними потоками механічно та хімічно уразливих компонентів.

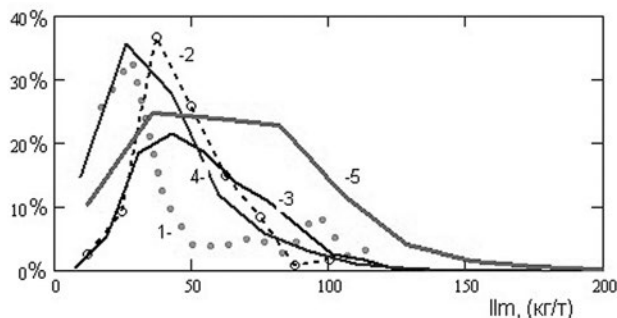


Рис. 3. Розподіл вмісту ільменіту в:

- 1 – габроїдах родовища. Перерахунок хімічних аналізів TiO_2 на ільменіт (N = 133);
- 2 – габроїдах родовища, під корою, з відмітками її покрівлі нижче 175 м (N = 120);
- 3 – габроїдах родовища, під корою, з відмітками її покрівлі вище 175 м (N = 939);
- 4 – каоліновому горизонті, з відмітками її покрівлі нижче 175 м (N = 996);
- 5 – каоліновому горизонті, з відмітками її покрівлі вище 175 м (N = 1468).

Для розподілів 2-5 використані прямі визначення вмісту ільменіту (аналітичні дані Житомирської ГРЕ).

Fig. 3. Distribution of ilmenite content in:

- 1 – gabbroides of deposit. Conversion of the chemical. analysis of TiO_2 ilmenite at (N = 133);
- 2 – gabbroides of deposit, under weathering crust, with marks of 175 m below the upper boundary (N = 120);
- 3 – gabbroides of deposit, weathering crust, with marks of 175 m above the upper boundary (N = 939);
- 4 – kaolin horizon, with marks of 175 m below the upper boundary (N = 996);
- 5 – kaolin horizon, with marks of 175 m above the upper boundary (N = 1468).

For distributions 2-5 used direct determination of the ilmenite content (analytical data of Zhytomyr exploration enterprises).

ВИСНОВКИ

1. Після аналізу побудованих моделей було доведено, що високі вмісти ільменіту в західній частині родовища (на піднятті і схилах) ніяк не відображають вміст в материнських породах і не успадковують їх. Це означає, що просторова рудна зональність родовища, до підстилаючих материнських порід прямого відношення не має.

2. Згідно розроблених геолого-генетичних побудов Торчинського родовища ільменіт накопичувався залишковим шляхом, при видаленні інших мінералів при механічному винесенні з товщі породи тонких глинистих часток підземними водами (тобто внаслідок прояву суфозійних процесів). Ці процеси відбувались на схилах підняття в жорсткій частині кори в епоху її формування і обумовило утворення багатого покладу у західній частині родовища.

REFERENCES

- Bogatyrrov B.A., Zhukov V.V., Tsehovsky Yu.G., 2009. Bauxite-ore epochs of Phanerozoic, *Geology of Ore Deposits (Geologiya rudnykh mestorozhdeniy)*, vol. 51, No. 6, pp. 508-519. (In Russian).
- Bugelsky Yu.Yu., Pavlov I.V. (Ed.), 1970. Hydrogeochemistry of nickel weathering crust and the migration of nickel in modern exogenous conditions. In: *Exogenous nickel weathering crust of the Urals*. Moscow, Nauka, pp. 229-263. (In Russian).
- Bugelsky Yu.Yu., Slukin A.D., Novikov V.M., 2000. The development of the doctrine of the ore-bearing weathering crusts: I.I. Ginzburg and his school. In: *Natural and technogenic placers and deposits of weathering crusts at the turn of the centuries. XII Intern. Conf. on geology of placers and deposits of weathering crusts*. Moscow, September 25-29, Abstracts. Moscow, 2000, pp. 59-61. (In Russian).
- Burmin Yu.A., 1984. *Geology of metal-bearing weathering crusts* Moscow, Nedra, 237 p. (In Russian).
- Veklich M.F., 1966. Paleogeomorphology of the Ukrainian shield. Kyiv, Naukova Dumka, 119 p. (In Ukrainian).
- Galetskiy L.S., Remezova O.O., 2007. Titanium ores of Ukraine. *Ukrainian geologist (Heoloh Ukrainy)*, No. 3, pp. 51-61. (In Ukrainian).
- Ginzburg I.I., 1963. Energy questions of weathering reactions of some aluminosilicates In: *The weathering crust*. Moscow, Izdatelstvo AN SSSR, iss. 5, pp. 87-119. (In Russian).
- Dodatko A.D., 2004. The ancient weathering crust and methods of their study. Dnepropetrovsk, Dnipropetrovs'k National University of Technology, 106 p. (In Russian).
- Kaleda G.A., 1985. Variability of sediments on the tectonic structures. Moscow, Nauka, 192 p. (In Russian).
- Kuzmenko G.O., 2014. Primary kaolins of the northwestern Ukrainian shield. Abstract cand. Geol. Sci., spec.: 04.00.01 General and regional geology. Kyiv, Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, 23 pp. (In Ukrainian).
- Orlova N.I., Bykhovskiy L.Z., Voropaeva N.P., Labutin A.N., Sporykhin L.V., 2000. An importance of weathering crusts deposits in the development of mineral resources base of Russia. In: *Natural and technogenic placers and deposits of weathering crusts at the turn of the centuries. XII International Conf. On geology of placers and deposits of weathering crusts*. Moscow, September 25-29, Abstracts. Moscow, pp. 272-274. (In Russian).
- Proskurin G.P., 1972. Report on the results of preliminary exploration Torchinsky titanium deposits in Zhitomir region. SSR held Zhytomyr geological expedition in 1970-1972, Kiev, Fondi DNVP «Geoinform», Inv. Number 34066, Pr. 1, 144 p. (In Russian).
- Rus'ko Yu.A., 1976. Kaolinization and kaolins of the Ukrainian shield. Kyiv, Naukova Dumka, 157 p. (In Russian).
- Savko A. D., Bugelsky Yu.Yu., Novikov V.M., Slukin A.D., Shevryev L.T., 2007. Weathering crust and associated minerals. Voronezh, Voronezh'k National University, 355 p. (In Russian).
- Богатырев Б. А. Бокситорудные эпохи фанерозоя / Б. А. Богатырев, В. В. Жуков, Ю. Г. Цеховский // *Геология рудных месторождений*. – 2009. – Т. 51, № 6. – С. 508-519.
- Бугельский Ю. Ю. Гидрогеохимия никеленосных кор выветривания и миграция никеля в современных экзогенных условиях / Ю.Ю. Бугельский // *Никеленосные коры выветривания Урала / под ред. И. В. Павлова*. – М.: Наука, 1970. – С. 229-263.
- Бугельский Ю.Ю. Развитие учения о рудоносных корях выветривания :И.И.Гинзбург и его школа / Ю.Ю. Бугельский, А.Д. Слукин, В.М. Новиков // *Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. XII Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания*. Москва, 25-29 сентября 2000 г. Тез. докл. – М., 2000 – С. 59-61.
- Бурмин Ю.А. Геология металлоносных кор выветривания / Ю.А. Бурмин – М.: Недра, 1984. – 237 с.
- Веклич М.Ф. Палеогеоморфология області Українського щита / М.Ф. Веклич – К.: Наук. думка, 1966. – 119 с.
- Галецкий Л.С. Титанові руди України / Л.С. Галецький, О.О. Ремезова // *Геолог України*. – 2007. – № 3. – С. 51-61.
- Гинзбург И.И. Вопросы энергетики реакций процессов выветривания некоторых алюмосиликатов / И.И. Гинзбург // *Кора выветривания*. Изд-во АН СССР. – М.: 1963. – С. 87-119. – Вып. 5.
- Додатко А.Д. Древние коры выветривания и методы их изучения / А.Д. Додатко. – Днепропетровск, ДНГУ, 2004. – 106 с.
- Каледа Г.А. Изменчивость отложений на тектонических структурах / Г.А. Коледа – М.: Наука, 1985. – 192 с.
- Кузьманенко Г.О. Первинні каоліни північно-західної частини Українського щита: автореф.... канд. геол. наук, спец.: 04.00.01 – загальна та регіональна геологія / Г. О. Кузьманенко. – К.: Ін-т геол. Наук НАН України, 2014. – 23 с.
- Орлова Н.И. Значение месторождений кор выветривания в развитии МСБ России. / Н.И. Орлова, Л.З. Быховский, Н.П. Воропаева, А.Н. Лабутин, Л.В. Спорыхина // *Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. XII Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания*, Москва, 25-29 сентября 2000 г. Тез. докл. – М., 2000 – С. 272-274.
- Проскурин Г.П. Отчет о результатах предварительной разведки Торчинского месторождения титана в Житомирской обл. УССР, проведенной Житомирской геологической экспедицией в 1970-1972 гг. / Г.П. Проскурин, – К.: Фонди ДНВП «Geoinform», Инв. № 34066, Кн. 1, 1972. – 144с.
- Русько Ю.А. Каолинизация и каолины Украинского щита / Ю.А. Руско – К.: Наук. думка, 1976. – 157 с.
- Савко А.Д. Коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые / А.Д. Савко, Ю.Ю. Бугельский, В.М. Новиков и др. – Воронеж, ВГУ, 2007. – 355 с.

Sapozhnikov D.G., Nikitin A.P., Slukin A.D., 1969. About of the connection with bauxite with the weathering crust. In: Problems of mineral deposits geology, petrology and mineralogy. Moscow, vol. 1. Pp. 213-225. (In Russian).

Strakhov N.M. V.N.Kholodov. (ed.), 2008. The problems of the modern and ancient sedimental process. In 2 vol, Moscow, Nauka, Vol.1. 495 p. (In Russian).

Altovskyy M.E., 1962. Reference book of the hydrogeologist, Moscow, Gosgeoltekhizdat, 616 p. (In Russian).

Shvayberov S.K., 1985. The report on the results of detailed exploration conducted on Torchinskiy apatite-ilmenite deposit in the 1970-1984 in the Zhitomir region of the Ukrainian SSR, Kiev, Fondi DNVP «Geoinform», Inv. Number 47391, Pr. 1, 280 p. (In Russian).

Castiglioni G.B., 1991. Geomorfologia, UTET, Torino, 436 p. (In Italian).

Force E.R., 1991. Geology of Titanium-Mineral Deposits. Geological Society of America. Special Paper 259, 112 p.

Herz N., Valentine L. E., Iberall E. R., 1970. Rutile and Ilmenite placer deposits Roseland district, Nelson and Amherst counties, Virginia : analyses of panned concentrates of heavy minerals from the Roseland district indicate the possibility of valuable placer deposits of titanium minerals. Washington, D.C.: United States Department of the Interior, Geological Survey. 23 p.

Сапожников Д.Г. О связи бокситов с корой выветривания / Д.Г. Сапожников, А.П. Никитина, А.Д. Слукин // Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии. – М., 1969. – Т. 1. – С. 213-225.

Страхов Н.М. Проблемы современного и древнего осадочного процесса. В 2-х томах / Н.М. Страхов отв. ред. В.Н.Холодов. М.:Наука, 2008. –495с. – (1)

Справочник гидрогеолога – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 616 с.

Швайберов С.К. Отчет о результатах детальной разведки, проведенной на Торчинском апатит-ильменитовом месторождении в 1970-1984 гг. в Житомирской области УССР./ С.К. Швайберов, – К.: Фонди ДНВП «Геоінформ», Інв. № 47391, Кн. 1, 1985. – 280 с.

Castiglioni G.B. Geomorfologia – Torino: UTET, 1991. – 436 p.

Force E.R. Geology of Titanium – Mineral Deposits / E.R. Force // Geological Society of America, Special Paper 259, 1991, – 112 p.

Norman Herz, L. E. Valentine, E. R. Iberall. Rutile and Ilmenite placer deposits Roseland district, Nelson and Amherst counties, Virginia : analyses of panned concentrates of heavy minerals from the Roseland district indicate the possibility of valuable placer deposits of titanium minerals. / N. Herz, L. E. Valentine, E. R. Iberall // Washington, D.C.: United States Department of the Interior, Geological Survey, 1970, – 23 p.

Manuscript resived 29 March 2016;
revision accepted 27 September 2016.

¹Інститут геологічний наук НАН України,
Київ, Україна

² Державна комісія з експертизи геологічних проектів та
кошторисів, вул. Кутузова, 18/7,
Київ, Україна

О.В. Яременко, Е.А. Ремезова, Н.М. Комский, Т.В. Охолина, С.П. Василенко

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОРЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АПАТИТ-ИЛЬМЕНИТОВЫХ РУД (КОРОСТЕНСКИЙ ПЛУТОН)

Рассмотрены особенности геологического строения Торчинского месторождения апатит-ильменитовых руд приуроченного к коре выветривания габброидов коростенского комплекса, составляющих моноклиально залегающее расслоенное тело. В рамках массива габброидные породы краевой фации имеют большие ресурсы бедных апатит-ильменитовых руд со средним содержанием P_2O_5 до 2.5% и TiO_2 – 3-4%. В то же время в каолиновом горизонте восточной части месторождения содержание ильменита в среднем составляет 30-40 кг/т, редко вырастая до 60 кг/т, то в западной части данный горизонт обогащается более 80 кг/т, достигая 200 кг/т, то есть зональность в коре выветривания не наследует ее в материнских породах. С целью выявления закономерностей распределения в месторождении фосфор-титановой минерализации нами впервые построены модели накопления ильменита остаточным путем. Анализ полученной модели показал, что при удалении других минералов путем механического вынесения, удаления из толщи породы тонких глинистых частиц подземными водами, то есть в результате проявления суффозионных процессов, происходит обогащение коры выветривания рудными минералами. Эти процессы происходили на склонах поднятия в дресвяной части коры в эпоху ее формирования, что обусловило образование более богатой залежи в западной части месторождения.

Ключевые слова: остаточное месторождение, ильменит, апатит, кора выветривания, моделирование, Коростенский плутон, гипсометрия поверхности.